

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Недоступ, А.О. Ражев (Калининград)

Под траловой системой (далее ТС) будем понимать сам трал с оснасткой подбор, кабельной оснасткой, траловые доски, ваера, соединительные элементы, ваерные лебедки (траловые лебедки), канатно-сетной барабан, датчики (горизонта хода, наполнения тралового мешка, натяжения в ваерах, длины ваера, раскрытия устья трала и др.). На рисунке 1 изображена разноглубинная траловая система в составе рыбопромыслового комплекса на примере ловящей единицы (судна).

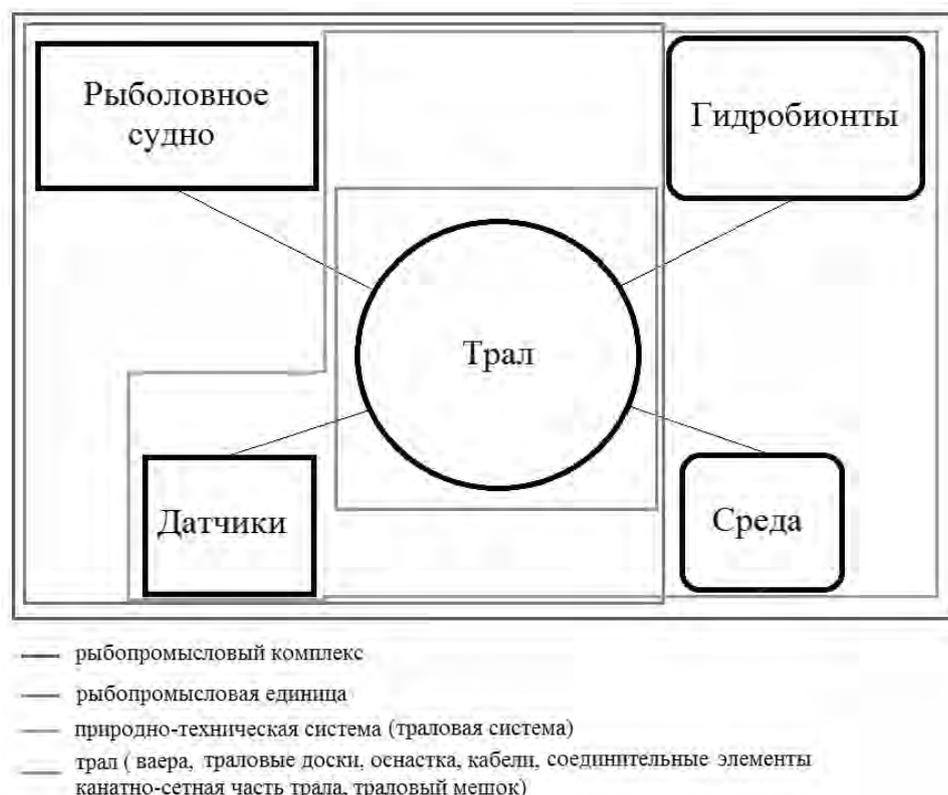


Рис. 1 – Рыбопромысловый комплекс на примере ловящей единицы (судна)

В ряде случаев моделировать траловую систему непосредственно не получается, так как неизвестен точный вид связей между входами и выходами ТС. На помощь проектировщику ТС приходит искусственная нейронная сеть (далее НС) [1,2]. Если НС обучена хорошо, она приобретает способность моделировать функцию, связывающую значения входных и выходных параметров, и, впоследствии, такую НС можно использовать для прогнозирования в ситуации, когда выходные значения неизвестны.

В режиме прогнозирования (предсказательного моделирования) входными данными для локальной нейронной сети (функционирующей на судне) будут служить предполагаемые район промысла, время года и дня, характеристики траловой системы, условия шторма, климатические и др. условия.

На выходе нейронная сеть будет предлагать оптимальные место лова, маршруты подхода, транспортировки, оценивать возможный объем улова, затраты и степень достоверности прогноза [3].

На рисунке 2 изображены этапы прогнозирования параметров разноглубинной ТС.

Решение задач предсказательного моделирования сводится к разработке метода с использованием исторических данных для прогнозирования новых, еще не известных данных. Предсказательное моделирование можно описать как математическую задачу аппроксимации функции отображения входных параметров (X) на выходные параметры (Y), тем самым сведя ее к задаче аппроксимации функций. При разработке метода решения задачи прогнозирования выходных параметров траловой системы необходимо найти наилучшую функцию отображения с учетом времени ее вычисления на ЭВМ и доступных вычислительных ресурсов.

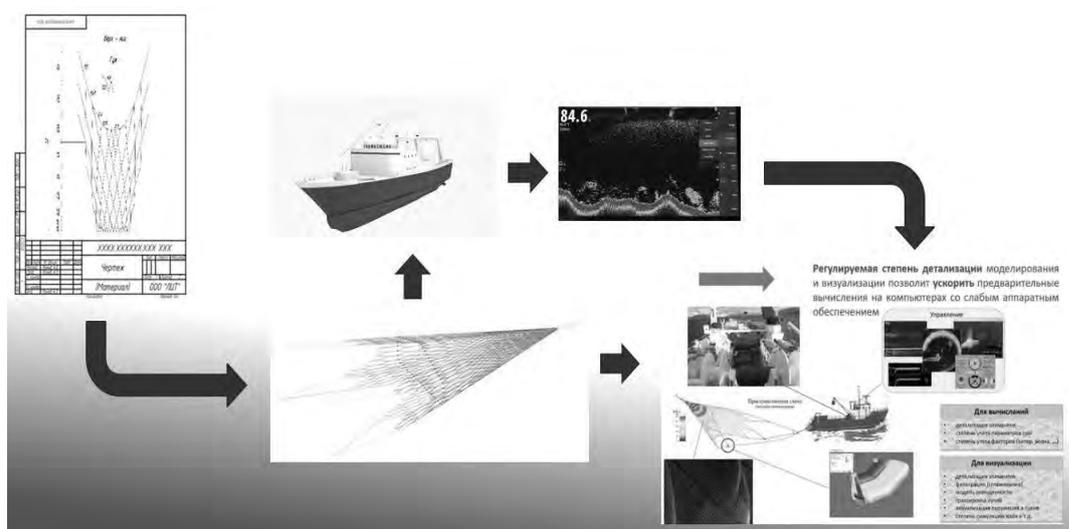


Рис. 2 – Этапы прогнозирования параметров разноглубинной ТС

Задачи аппроксимации функций можно разделить на два основных класса:

- задачи классификации (аппроксимации функции отображения входных параметров на дискретные выходные параметры);
- задачи регрессии (аппроксимации функции отображения входных параметров на непрерывные и/или дискретные выходные параметры).

В задачах классификации выходным параметрам сопоставляются категории (метки). Функция отображения предсказывает класс или категорию для процесса траления. Задача классификации требует, чтобы выходные параметры обучающей выборки были заранее классифицированы (сгруппированы в два или более классов). Входные параметры могут быть непрерывными или дискретными. Например, такие физические параметры, как скорость траления, глубина траления и др. являются непрерывными параметрами, а количество гидробионтов в зоне облова – дискретный параметр. Задачи, в которых выборка одновременно может быть отнесена к нескольким классам, называются задачами классификации с несколькими метками.

Для предсказания значений непрерывных выходных параметров в модели классификации используется значение вероятности принадлежности выборки к классу.

Оценка адекватности той или иной предсказательной модели классификации определяется исходя из критерия точности классификации, которая определяется как процент правильно классифицированных прогнозов от их общего количества.

Задачи регрессии с несколькими входными параметрами называются задачами многомерной регрессии. Если входные параметры упорядочены по времени, имеют место задачи прогнозирования временных рядов.

Существует множество методов оценить адекватность регрессионной предсказательной модели. При прогнозировании выходных параметров ТС авторами предлагается метод, основанный на вычислении среднеквадратичной ошибки (RMSE).

Преимущество метода RMSE заключается в том, что в нем значение ошибки имеет ту же размерность, что и прогнозируемый параметр.

Существует некоторое сходство между предсказательными моделями регрессии и классификации. Например, модель классификации может предсказывать непрерывный параметр в виде вероятности принадлежности выборки классу. Наоборот, модель регрессии может предсказывать дискретный параметр как округленное до целого значение непрерывного параметра.

НС могут использоваться для решения, как задач классификации, так и регрессии. Важно отметить, что методы оценки адекватности предсказания моделями классификации и регрессии, варьируются и не перекрываются. Например, предсказания при помощи модели классификации могут быть оценены с использованием точности, в то время как предсказания при помощи модели регрессии не могут. Предсказания при помощи модели регрессии могут быть оценены с использованием среднеквадратичной ошибки, в то время как предсказания при помощи модели классификации не могут.

На рисунках 3-5 изображены скриншоты из программного комплекса (ПК) «Система автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства».

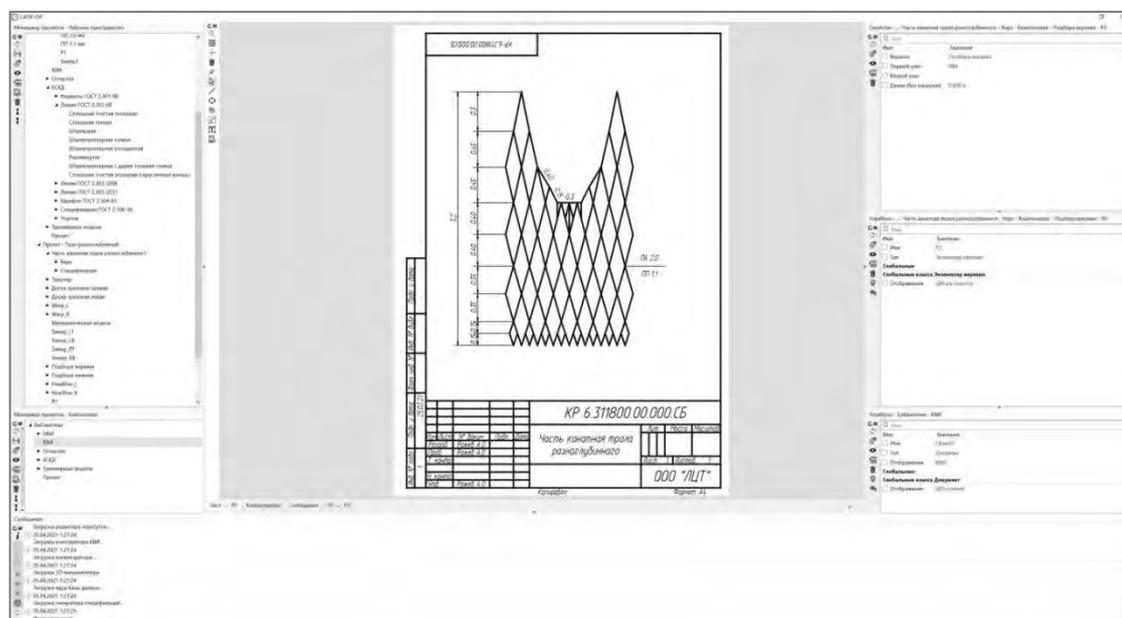


Рис. 3 – ПК «Система автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства» (модуль - разработка чертежа трала)

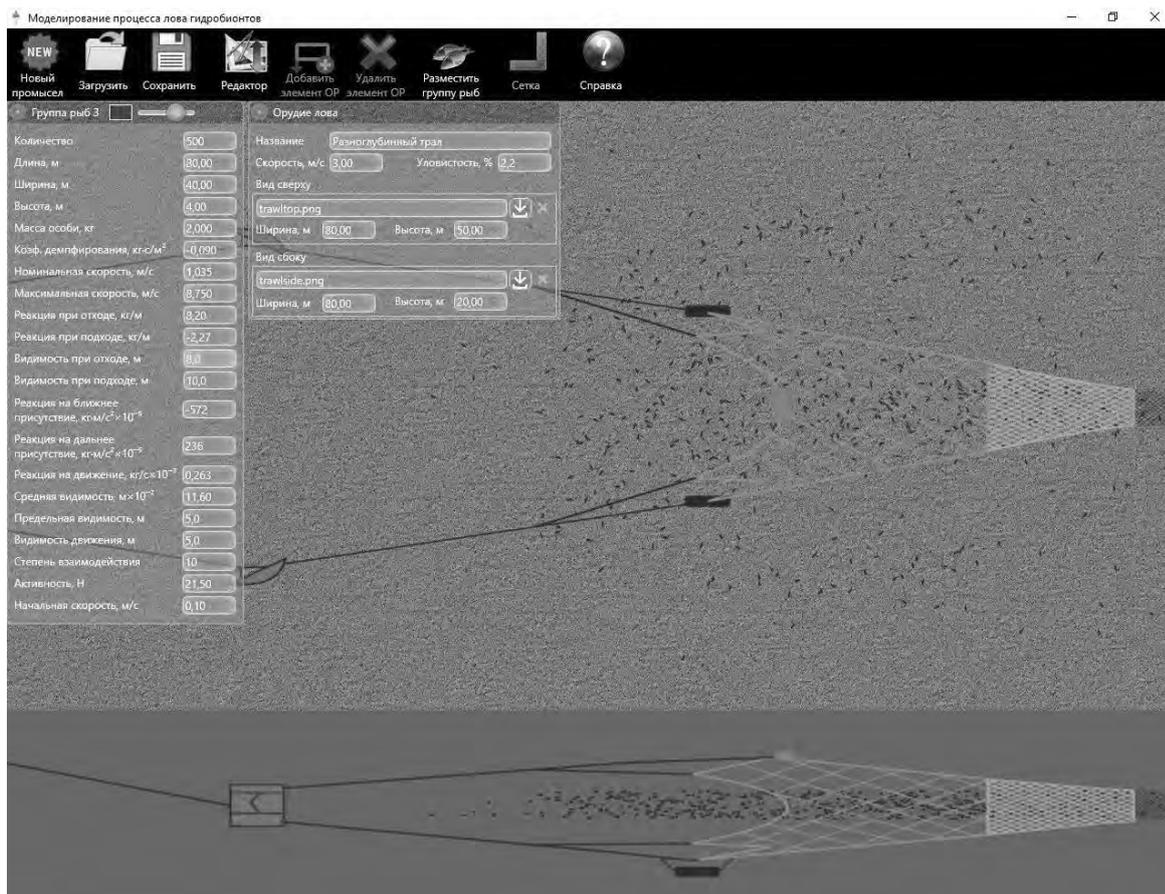


Рис. 4 – ПК «Система автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства» (модуль - симуляция процесса лова)

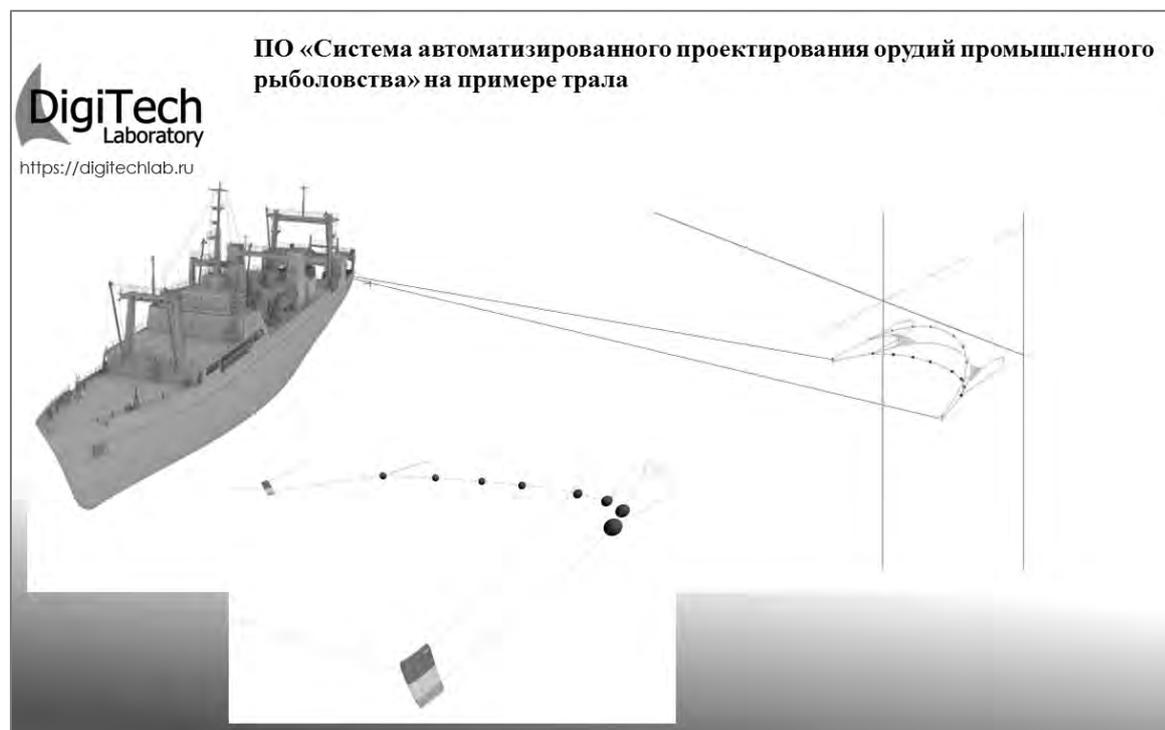


Рис. 5 – ПО «Система автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства» (модуль - симуляция процесса управления тралом)

Предсказательное моделирование связано с проблемой изучения функции отображения входов на выходы нейронной сети, называемой аппроксимирующей функцией. В статье описаны различия между задачами классификации и регрессии при предсказании выходных параметров ТС.

Литература

1. **Недоступ А.А., Ражев А.О.** Теория управления траловым комплексом на основе предсказательного моделирования. 64-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 90-летнему юбилею со дня образования Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 20-25 апреля 2020 года [Электронный ресурс]: материалы / Астрахан. гос. техн. ун-т. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020. Режим доступа: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. **Недоступ А.А., Ражев А.О.** Применение нейронной сети для управления траловым промыслом // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. Астрахань. АГТУ. №1. 2021. С. 31-37.
3. **Недоступ А.А., Альтшуль Б.А., Ражев А.О., Дятченко С.В., Бедарева О.М., Багрова А.А.** Математическое моделирование поведенческих характеристик стаи рыб при облове разноглубинным тралом. Морские интеллектуальные технологии. №4(46) Т.4. 2019. С. 181-185.